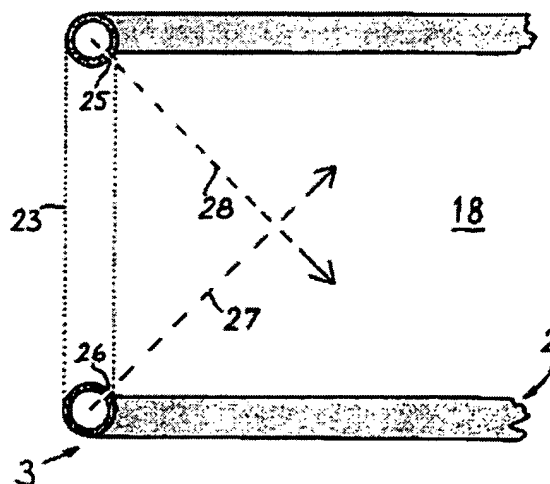


**Aspiration catheter removing blockage from blood vessel - has nozzles at end of suction tube to direct water jets rearwards**

**Patent number:** DE4018736  
**Publication date:** 1992-01-02  
**Inventor:** RAU WIGBERT S PROF DR MED (DE)  
**Applicant:** RAU WIGBERT S PROF DR MED (DE)  
**Classification:**  
- **international:** A61B17/22; A61M1/00; A61M25/00  
- **european:** A61B17/22C; A61B17/22J  
**Application number:** DE19904018736 19900612  
**Priority number(s):** DE19904018736 19900612

**Abstract of DE4018736**

The aspiration catheter is for removing blockages in blood vessels and other internal organs. It has a suction tube (18) with the tube wall (2) on one side of the catheter being of increased thickness to enable a longitudinal hole (17) to be formed in it. This longitudinal hole (17) is connected to a circular tube (23) fitted to the end of the suction tube (18). This circular tube (23) has a number of small holes which direct jets of high pressure water into the suction tube in the rearward direction. These jets increase the suction effect in the manner of a jet pump and so assist in the removal of the blockage. USE - Removal of blockages in blood vessels.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑩ **Offenlegungsschrift  
DE 40 18 736 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**A 61 B 17/22**  
A 61 M 1/00  
A 61 M 25/00

⑲ Aktenzeichen: P 40 18 736.5  
⑳ Anmeldetag: 12. 6. 90  
㉑ Offenlegungstag: 2. 1. 92

**DE 40 18 736 A 1**

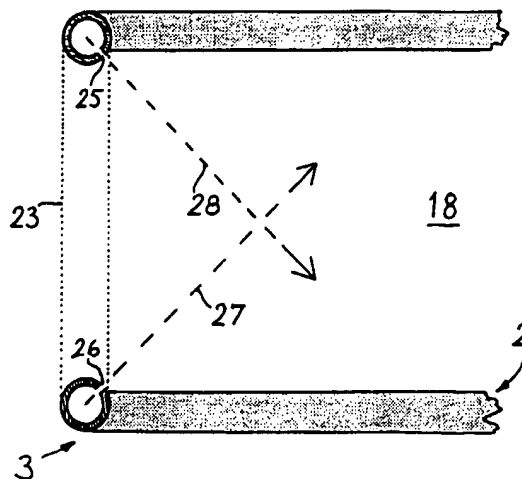
⑦① Anmelder:  
Rau, Wigbert S., Prof. Dr.med., 6307 Linden, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Rackette, K., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7800  
Freiburg

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Hochdruck-Aspirationskatheter zur Wiedereröffnung von krankhaft verschlossenen Gefäßen**

⑤⑦ Ein Hochdruck-Aspirationskatheter (2) zur Wiedereröffnung von krankhaft verschlossenen Gefäßen verfügt über ein erstes engeres Lumen, das als Druckkanal mit einem Düsenkopf (23) mit Düsen (25, 26) verbunden ist. Die aus den Düsen (25, 26) austretenden feinen Wasserstrahlen (27, 28) gestatten das Zerkleinern eines Thrombus, der in ein als großkalibrier Saugkanal (18) ausgebildetes zweites Lumen des Hochdruckkatheters (2) eingesaugt ist. Durch die entlang den Injektionsrichtungen (27, 28) in den Saugkanal (18) eintretenden feinen Wasserstrahlen wird zusätzlich zur Zerkleinerungswirkung ein Saugeffekt nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe erzeugt, der durch eine mit dem Saugkanal (18) verbundene Ansaugpumpe unterstützt wird.



**DE 40 18 736 A 1**

Die Erfindung betrifft einen Hochdruck-Aspirationskatheter zur Wiedereröffnung von krankhaft verschlossenen Gefäßen mit einem an einen Hochdruckinjektor anschließbaren ersten Lumen für die Zufuhr einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit, einem an eine Absaugvorrichtung anschließbaren zweiten Lumen und einem am distalen Ende des ersten Lumens angeordneten Düsenkopf, der wenigstens eine schräg zur Längsachse des Lumens ausgerichtete Düsenbohrung aufweist.

Ein derartiger Hochdruckkatheter zur Wiedereröffnung von Leitungsbahnverschlüssen wie Thromben sowie zur Beseitigung von Stenosen bzw. Leitungsbahneinengungen ist aus der Fig. 3 der DE 34 21 390 C2 mit einem Düsenkopf bekannt, der koaxial im Innern des zweiten Lumens gegenüber dessen distalem Ende etwas zurückgezogen angeordnet ist. Die Düsenbohrungen des Düsenkopfes sind so angeordnet, daß die austretenden Flüssigkeitsstrahlen zur Verstärkung der Strahlwirkung einen Fokus bilden, der außerhalb der beiden Lumina in geringem Abstand axial vor dem Hochdruckkatheter liegt. Der bekannte Hochdruckkatheter soll es gestatten, harte, arteriosklerotisch veränderte Gefäße schonend mittels der aus den Düsen austretenden Flüssigkeit axial aufzuschneiden und/oder zu radieren.

Bei dem bekannten Hochdruckkatheter ist der Düsenkopf von einem verhältnismäßig engen Ringspalt umgeben, der über das zweite Lumen eines Doppelschlauches mit einer Absaugvorrichtung verbunden ist. Im Hinblick darauf, daß der Ringspalt nur geringfügig breiter als der Düsendurchmesser ist und strömungsaufwärts vom Fokus liegt, kann mit der Absaugvorrichtung kein wirksames Absaugen von herausgeschnittenem oder abradiertem Material erfolgen. Zur Entfernung von thrombotischem Material ist zur Zeit noch ein operativer Eingriff erforderlich. Die Verwendung eines Katheters scheitert bisher daran, daß das weiche, teils auch kaugummiartig zähe Material die Katheterspitze verstopft.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Aspirationskatheter der eingangs genannten Art zu schaffen, der auch in Seldinger-Technik über einen angiographischen Führungsdraht eingewechselt werden kann und der es gestattet, relativ frisches, weiches thrombotisches Material ohne operativen Eingriff und ohne die Gefahr der Thrombusverschleppung zu entfernen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Düsenkopf am Mantel des zweiten Lumens angeordnet ist und über wenigstens eine Düsenbohrung verfügt, deren Injektionsachse weg vom distalen Ende hin zum proximalen Ende des Katheters in das Innere des zweiten Lumens ausgerichtet ist.

Dadurch, daß der Düsenkopf am Mantel des zweiten Lumens und nicht in der Nähe der Achse des zweiten Lumens angeordnet ist, wird die zum Absaugen wirksame Querschnittsfläche des zweiten Lumens nicht durch einen die Strömung behindernden Düsenkopf verkleinert, so daß thrombotisches Material in das distale Ende des Hochdruckkatheters eingesaugt werden kann.

Da wenigstens eine Düsenbohrung vorgesehen ist, deren Injektionsachse sowohl radial als auch axial in das Innere des zweiten Lumens ausgerichtet ist, gestattet es der Hochdruck-Aspirationskatheter, einen eingesaugten Thrombus im Bereich der Ansaugmündung zu zerkleinern, so daß weiteres frisches Thrombusmaterial in die Ansaugöffnung hineingezogen werden kann.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind mehrere Düsen entlang der Stirnfläche der Ansaugöffnung am distalen Katheterende angeordnet. Ein besonders günstiges Ausführungsbeispiel ergibt sich, wenn die Düsen entlang dem Umfang oder Mantel des zweiten Lumens angeordnet sind.

Eine Realisierungsmöglichkeit besteht darin, den Düsenkopf als Rohrstück auszubilden, das sich entlang der Stirnfläche des distalen Katheterendes erstreckt. Dabei kann das Rohrstück aus einem Metallrohr bestehen, das mit seinem ersten Ende in das erste Lumen hineinreicht und sich ausgehend vom distalen Endbereich des ersten Lumens bis zur Stirnfläche des distalen Katheterendes parallel zur Katheterachse erstreckt und von dort nach einer Abwinklung kreisförmig entlang der Stirnfläche des Katheterendes und der Ansaugöffnung des zweiten Lumens verläuft.

Der Schaft des Hochdruck-Aspirationskatheters kann so ausgebildet sein, daß das erste Lumen in der das zweite Lumen umgebenden Wandung vorgesehen ist. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Wandstärke des zweiten Lumens im Bereich des ersten Lumens vergrößert ist.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel erstreckt sich das Rohrstück ausgehend vom distalen Endbereich des ersten Lumens bis zur Stirnfläche des distalen Katheterendes parallel zur Katheterachse und von dort T-förmig nach beiden Seiten etwa halbkreisförmig entlang der Stirnfläche des distalen Katheterendes. Dabei wird die Ansaugöffnung entlang etwa einem Halbkreis von dem gekrümmten Rohrstück umgeben, das fest mit dem Kunststoffmaterial des Katheters verbunden ist.

Das Rohrstück kann an den beiden Enden des gekrümmten Abschnittes jeweils Düsen aufweisen, deren Injektionsachsen vorzugsweise gegenüber derjenigen der jeweils gegenüberliegenden Düse in radialer Draufsicht auf das zweite Lumen zur Erzeugung einer Strudelströmung gegenüber der Mittelachse des Lumens verdreht angeordnet sind.

Wenn das Rohrstück als einstückig durchgehendes und abgewinkeltes Rohrstück mit einem verschlossenen Ende ausgebildet ist, können an zwei in etwa diametral einander gegenüberliegenden Stellen Düsenbohrungen vorgesehen sein, deren Injektionsachsen in Draufsicht auf das zweite Lumen seitlich gegeneinander zur Erzeugung einer Strudelströmung versetzt sind. Auf diese Weise wird das eingesogene thrombotische Material besonders gut zerkleinert und weggespült, so daß sich eine hohe Abtragleistung ergibt.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 einen Hochdruck-Aspirationskatheter gemäß der Erfindung mit einem Hochdruckinjektor und einer Absaugpumpe, die über ein Kupplungsstück mit dem Hochdruck-Aspirationskatheter verbunden sind,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Lage des distalen Endes des Hochdruck-Aspirationskatheters zum Absaugen eines in die rechte Pulmonalarterie embolisierten Thrombus,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch das distale Katheterende eines ersten Ausführungsbeispiels eines Hochdruck-Aspirationskatheters gemäß der Erfindung in einer gegenüber Fig. 1 stark vergrößerten Darstellung,

Fig. 4 einen Querschnitt entlang der Linie IV-IV in Fig. 3,

Fig. 5 eine Aufsicht auf das distale Katheterende mit

auf dem nicht sichtbaren Mantelbereich angeordneten und gestrichelt dargestellten Düsenbohrungen,

Fig. 6 ein Querschnitt durch ein gegenüber der Fig. 6 abgewandeltes einseitig verschlossenes Rohr zum Bilden eines Düsenkopfes in einem Querschnitt durch die Ebene zweier Düsenbohrungen,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch das distale Ende des Hochdruck-Aspirationskatheters entlang der Linie VII-VII in Fig. 5 durch die von den beiden Düsen definierte Ebene zur Veranschaulichung der Injektionsrichtungen der Düsenbohrungen,

Fig. 8 eine alternative Form des distalen Katheterendes mit einem T-förmig aufgesetzten Metallrohr, dessen Enden gekrümmt sind und sich zu kleinen Düsen verjüngen,

Fig. 9 einen Längsschnitt entlang der Linie IX-IX durch das Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 8,

Fig. 10 ein Querschnitt durch die Katheterspitze eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei dem die eine Düse durch das Ende eines Metallrohres und die zweite Düse durch ein auf den Mantel des Metallrohres aufgelötetes Metallstück mit einem Bohrkanaal gebildet ist und

Fig. 11 das vordere Ende eines Tubus, in den zwei hakenförmig spitzwinklig umgebogene dünne Injektionskanülen hineinragen, die in einer nicht näher dargestellten Weise mit der Druckleitung des Hochdruckinjektors gemäß Fig. 1 verbunden sind.

In Fig. 1 erkennt man einen an seinem vorderen Ende eine leichte Krümmung 1 aufweisenden zweilumigen Hochdruck-Aspirationskatheter 2. Der Hochdruck-Aspirationskatheter 2 besteht aus einem weichen, biegsamen, doppelumigen Kunststofftubus, der über eine ausreichend hohe Drehstabilität verfügt, so daß die leichte Krümmung in der Nähe des distalen Endes 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 durch eine Rotation um dessen Längsachse es gestattet, jede beliebige Stelle an der Zirkumferenz der Gefäßwand eines den Hochdruck-Aspirationskatheter 2 aufnehmenden Gefäßes zu erreichen oder von diesem Gefäß abzweigende Seitäste zu sondieren.

Der Hochdruck-Aspirationskatheter 2 hat einen Durchmesser von 2 bis 4 mm und eine Länge von zum Beispiel 90 cm. Das proximale Ende 4 des in Fig. 1 mit einer Unterbrechung 5 nicht maßstabsgerecht dargestellten Hochdruck-Aspirationskatheters 2 ist mit einem Kupplungsstück 6 versehen, das zwei getrennte Anschlüsse für die beiden Lumen des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 aufweist.

Der erste Anschluß des Kupplungsstücks 6 ist mit einer Druckleitung 7 und der zweite Anschluß mit einer Saugleitung 8 verbunden. Mit Hilfe des Kupplungsstücks 6 wird die Druckleitung 7 an das erste Lumen des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 und die Saugleitung 8 an das zweite Lumen des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 angeschlossen.

Die Druckleitung 7 ist über einen ersten Absperrhahn 9 an einen Spritzenzylinder 10 eines Hochdruckinjektors 11 anschließbar. Bei dem Hochdruckinjektor 11 handelt es sich um eine Hochdruckpumpe, wie sie für Kontrastmittelinjektionen bei Angiographien gebräuchlich ist. Das Volumen, die Injektionsgeschwindigkeit und/oder der Injektionsdruck, der durch den Hochdruckkatheter 2 zur injizierenden Spülflüssigkeit sind am Hochdruckinjektor 11 einstellbar und regelbar.

Als Spülflüssigkeit kann eine 0,9prozentige Kochsalzlösung mit einem Druck von bis zu 50 bar verwendet werden. Eventuell werden über die Druckleitung 7 auch Pharmaka zur Thrombusauflösung, zur Gerinnungs-

hemmung oder auch Röntgenkontrastmittel eingebracht. Die Flußgeschwindigkeit liegt dabei beispielsweise in der Größenordnung von 5–10 ml pro Sekunde. Die Saugleitung 8 ist in der aus Fig. 1 ersichtlichen Weise über einen zweiten Absperrhahn 12 mit dem Absaugrohr 13 einer Absaugpumpe 14 für medizinische Zwecke mit regelbarem Unterdruck verbunden.

Das in Fig. 1 dargestellte Instrumentarium dient dazu, mit Hilfe des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 und der Absaugpumpe 14 relativ frisches, weiches, thrombotisches Material, das nicht sehr fest an der Wand eines prinzipiell gesunden Blutgefäßes haftet, in die Ansaugöffnung am distalen Ende 3 des Hochdruckkatheters 2 zu aspirieren und im Innern des Hochdruckkatheters 2 in unmittelbarer Nähe des distalen Endes 3 mit Hilfe der über den Hochdruckinjektor 11 gelieferten Spülflüssigkeit zu zerkleinern, so daß relativ frisches, weiches, thrombotisches Material ohne operativen Eingriff entfernt werden kann.

Die Funktionsweise des auf diese Weise gebildeten Thrombus-Aspirationskatheters mit schneidenden Flüssigkeitsstrahlen an der Katheterspitze, der perkutan anwendbar ist, ohne daß eine operative Freilegung des erkrankten Blutgefäßes erforderlich ist, ergibt sich deutlicher aus der Fig. 2 und den nachfolgenden vergrößerten Darstellungen des distalen Endes 3 verschiedener Hochdruck-Aspirationskatheter 2.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Katheterlage des distalen Endes 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 zum Absaugen eines in die rechte Pulmonalarterie embolisierten Thrombus 15. Ein solcher verschleppter Thrombus 15 stammt in der Regel aus einer tiefen Beinvenenthrombose und haftet zunächst kaum an der an sich gesunden Gefäßwand. Die Darstellung in Fig. 2 mit Pulmonalarternien dient zur Veranschaulichung der bei einer arteriellen Embolie und insbesondere bei einer Lungenembolie auftretenden Problematik. Frische Thrombosen und Emboli sind verhältnismäßig weich und verhalten sich daher anders als ausgehärtete Verschlüsse oder atheromatöse Plaques bei der arteriellen Verschlusskrankheit, die fest an der Gefäßwand haften.

In Fig. 2 erkennt man den verschleppten frischen Thrombus 15 im Bereich von verschiedenen Verzweigungen der rechten Pulmonalarterie 16. Außerdem erkennt man die Krümmung 1 des Hochdruckkatheters 2, dessen distales Ende 3 in den weichen Thrombus 15 hineingedrückt ist.

Schwierig zu erreichende Blutgefäße können mit dem Hochdruck-Aspirationskatheter 2 nicht unmittelbar erreicht werden, sondern müssen zunächst mit einem jeweils speziell geeigneten diagnostischen Katheter sondiert werden. Anschließend wird der Hochdruck-Aspirationskatheter 2 in Seldinger-Technik über einen angiographischen Führungsdraht, der in der Zeichnung nicht dargestellt ist, eingewechselt. Die Verwendung eines Führungsdrahtes in Seldinger-Technik ist bei dem Hochdruck-Aspirationskatheter 2 ohne weiteres möglich, da die Ansaugöffnung am distalen Ende 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 frei ist und ein ausreichend weites Lumen ohne störende Teile eines Düsenkopfes aufweist.

Wie man in Fig. 2 erkennt, wurde das distale Ende 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 in den relativ frischen weichen, verschleppten Thrombus 15 hineingedrückt. Als Folge des Unterdruckes wird ein wenig Thrombusmaterial in die Ansaugöffnung am distalen Ende 3 hineingezogen. Der in eingezogene Teil des

Thrombus 15 wird durch feine Flüssigkeitsstrahlen hoher Geschwindigkeit zersetzt, so daß das thrombotische Material in Fragmente zerstückelt wird, die ohne weiteres durch den Aspirationskanal 18 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 angesaugt werden können.

Die Krümmung 1 des Hochdruckkatheters 2 vereinfacht es, den Hochdruck-Aspirationskatheter 2 über längere Strecken durch gesunde Gefäßabschnitte vorzuführen. Dank der Krümmung 1 vermag der Hochdruckkatheter 2 Biegungen und Abzweigungen mit engem Krümmungsradius zu folgen. Die leichte Krümmung 1 im Bereich der vorderen Zentimeter des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 kann dann vorteilhaft ausgenutzt werden, wenn der Schaft des Hochdruckkatheters 2 drehstabil ist, damit er auch in weiter periphere Aufzweigungen der Arterie gesteuert werden kann, um bis dorthin verschleppte Thromben abzusaugen.

Fig. 3 zeigt in einer gegenüber den Fig. 1 und 2 starken Vergrößerung das distale Ende 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 in einem Längsschnitt. Der doppelumige Kunststoffschlauch des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 verfügt über ein der Flüssigkeitszufuhr dienendes engeres erstes Lumen 17 und ein großkalibriges zweites als Saugkanal 18.

In Fig. 4 erkennt man im Querschnitt den Schaft des Hochdruckkatheters 2 mit dem großkalibrigen Saugkanal 18 und dem verhältnismäßig kleinen Druckkanal 17.

Der Druckkanal 17 befindet sich, wie am besten in Fig. 4 zu erkennen ist, in einem verdickten Mantelbereich eines langen Kunststofftubus. Um eine hohe Drehstabilität des Hochdruckkatheters 2 zu erhalten, ist es erforderlich, die Wandung des Saugkanals 18 ausreichend stabil herzustellen. Dabei kann in die Wand des Hochdruckkatheters 2 ein Drahtgeflecht eingelegt sein, um bei gegebener Wandstärke eine bessere Drehstabilität zu erreichen. Die Wandstärke für den Druckkanal 17 ist ausreichend groß gewählt, um eine Flüssigkeitszufuhr mit einem Druck von etwa 50 bar zu gestatten.

Wie man in den Fig. 3 und 4 erkennt, ist in das distale Ende des Druckkanals 17 ein Rohrstück 19 eines Düsenkopfes eingepaßt. Rippen 20 sorgen dabei für eine hohe axiale Belastbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen den hohen Innendruck der jeweils im Druckkanal 17 verwendeten Flüssigkeit.

An der Austrittsstelle 21 aus dem Druckkanal 17 geht das Rohrstück 19 in ein rechtwinklig abgebogenes Knie 22 über, das in Fig. 5 in einer Draufsicht dargestellt ist. Das rechtwinklig abgebogene Knie 22 geht in ein ringförmiges Düsenrohr 23 über, das in der aus den Fig. 3 und 5 ersichtlichen Weise entlang der Stirnfläche 24 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 verläuft und mit dieser fest verbunden ist.

Das Rohrstück 19, mit den Rippen 20, dem Knie 22 und dem Düsenrohr 23 kann einstückig aus einem Metallrohr hergestellt sein, das in der oben beschriebenen Weise ausgehend von einem geraden Stück im rechten Winkel abgebogen und dann in einem Kreis gebogen ist, der den gleichen Außendurchmesser wie der Hochdruck-Aspirationskatheter 2 besitzt und der fest mit dem Kathetermaterial des Katheterschaftes verbunden ist.

In Fig. 3 erkennt man eine unterhalb der Zeichenebene liegende Düsenbohrung 25 auf dem Mantel des Düsenrohrs 23. Wie man in Fig. 3 und insbesondere aus Fig. 7 erkennt, befindet sich die Düsenbohrung 25 an einer sowohl radial als auch axial nach innen in den Hochdruckkatheter 2 weisenden Stelle der Mantelfläche des Düsenrohrs 23. Aus diesem Grunde befindet

sich die Düsenbohrung 25 in Fig. 3 gegenüber der Mittellinie durch das gestrichelt dargestellte Düsenrohr 23 nach rechts ersetzt. In Fig. 7 erkennt man in einem Längsschnitt durch das distale Katheterende noch deutlicher wie die Düsenbohrung 25 sowie eine ggf. vorhandene zweite Düsenbohrung 26 in das Innere der Tubusöffnung des Hochdruckkatheters 2 hineinzeigen.

Wenn der Saugkanal 18, dessen Durchmesser etwa 2 bis 4 mm beträgt, an einen Unterdruck angeschlossen ist, und über den Druckkanal 17 unter hohem Druck Wasser in das Düsenrohr 23 gelangt, tritt dieses über die in Fig. 3 erkennbare Düsenbohrung 25 sowie über eventuelle weitere vorhandene Düsenbohrungen, wie z. B. die Düsenbohrung 26 in Fig. 7 aus. Dabei werden feine schneidende Wasserstrahlen gebildet, die ausgehend vom Düsenrohr 23 in das Innere des Katheterlumens gerichtet sind und dort einen Wasserwirbel oder Strömungsstrudel erzeugen. Durch den auf den Saugkanal 18 einwirkenden Unterdruck wird das die feinen schneidenden Wasserstrahlen bildende Wasser abgesaugt. Außerdem wird durch den Unterdruck und die durch die Wasserstrahlen bewirkten Strömungsverhältnisse an der Tubusöffnung vorliegendes thrombotisches Material in den Hochdruck-Aspirationskatheter 2 hineingesaugt. Das im Bereich des distalen Endes 3 aspirierte thrombotische Material wird dort mit Hilfe wenigstens eines feinen Wasserstrahls so zerkleinert, daß es abgesaugt werden kann, ohne den Hochdruck-Aspirationskatheter 2 zu verstopfen.

Eine besonders gute Strömungsstrudelwirkung im Innern des distalen Katheterendes ergibt sich, wenn mehrere Düsenbohrungen 25, 26 so angeordnet sind, daß sich die in Fig. 5 durch Pfeile 27, 28 dargestellten Richtungen der schneidenden Wasserstrahlen in einer Draufsicht nicht schneiden, sondern jeweils etwas am Zentrum des Saugkanals 18 vorbeiziehen, um bei der in Fig. 5 dargestellten Lage einen sich links drehenden Wasserwirbel zu erzeugen. Die in Fig. 5 gestrichelt dargestellten Düsenbohrungen 25, 26 liegen unterhalb der Zeichenebene der Fig. 5 nach innen versetzt, wie in Fig. 7 deutlich zu erkennen ist.

Der in Fig. 4 dargestellte Querschnitt des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 mit dem eingepaßten Rohrstück 19 des Düsenkopfes zeigt, daß der Druckkanal 17 und der Saugkanal 18 nicht konzentrisch, sondern nebeneinanderliegend angeordnet sind. Gegebenenfalls kann ein zusätzlicher nicht gezeichneter dritter Kanal vorgesehen sein, um eine intraluminal Druckmessung in der Nähe des distalen Endes 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 zu gestatten. Dazu ist es dann erforderlich, den dritten Kanal an ein Druckmeßgerät anzuschließen. Alternativ ist es auch möglich, einen Drucksensor direkt am distalen Ende 3 des Hochdruckkatheters 2 vorzusehen. Auf diese Weise ergibt sich dann die Möglichkeit zur Erfassung von Informationen, wenn das distale Ende 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 thrombotisches Material angesaugt hat und wann es in unerwünschter Weise bei freier Lage im Blutgefäß nur Blut aspiriert. Wenn ein Thrombus 15 den Kathetereingang verstopft, ergibt sich im Saugkanal 18 ein Druckabfall. Bei einer freien Lage im Blutgefäß ergibt sich ein Druckanstieg, der als Signal dafür ausgewertet werden kann, daß die Lage des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 korrigiert werden muß. Sobald ein Druckabfall aufgrund eines Verstopfens des Kathetereingangs durch einen Thrombus 15 auftritt, ist der Hochdruckinjektor 11 für die Spülflüssigkeit in Betrieb zu setzen.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel

ist das Düsenrohr 23 entlang der Stirnfläche 24 mit dem Kunststoff des Hochdruckkatheters 2 fest verbunden, insbesondere fest verschweißt. Das Ende 29 des Düsenrohrs 23 ist kalottenförmig verschlossen.

Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Ende 29 des Düsenrohrs 23 durch eine Quetschung in der in Fig. 6 erkennbaren Weise verschlossen. Die Düsenbohrungen 25 und 26 erzeugen in der aus Fig. 5 bekannten Weise feine Flüssigkeitsstrahlen in Richtung der Pfeile 27 und 28, die aufgrund ihrer seitlichen Versetzung und ihrer axial nach innen weisenden Orientierung einen saugenden Flüssigkeitsstrudel erzeugen, um thrombotisches Material einerseits anzusaugen und andererseits zu zerkleinern.

In Fig. 7 erkennt man weiterhin wie das Düsenrohr 23 in den stirnförmigen Rand des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 eingeformt ist, um möglichst glatte und strömungsgünstige Übergänge zu erreichen. Abweichend von den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen können die aus der Stirnfläche 24 herausragenden Teile so in Kunststoff eingegossen sein, daß sich glatte und strömungsgünstige Oberflächen ergeben, ohne das Einsaugen eines Thrombus 15 sowie das Erzeugen eines Wasserwirbels oder Wasserstrudels zu behindern. Die Pfeile 27 und 28 in Fig. 7 veranschaulichen, die Injektionsrichtungen und Wasserstrahlrichtungen im Innern des Hochdruck-Aspirationskatheters 2. Man erkennt in Fig. 7 deutlich, daß sich die Ebenen der aus den Düsenbohrungen 25 und 26 austretenden feinen Wasserstrahlen im Innern des Hochdruck-Aspirationskatheters 2, das heißt gegenüber der Ansaugöffnung in Richtung des proximalen Endes versetzt schneiden. Aus diesem Grunde ergeben sich außerhalb des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 keine Schneidwirkungen und damit eine besonders schonende Behandlung von Gefäßwänden.

Fig. 8 zeigt eine alternative Form des distalen Endes 3 des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 mit einem T-förmig aufgesetzten Metallrohr 30, dessen Enden 31, 32 sich zu kleinen Düsen verjüngen. Das Metallrohr 30 verfügt über ein Rohrstück 19, das in einer der Fig. 3 analogen Weise in den Spülkanal 17 eingesetzt wird. Die Enden 31, 32 sind sich verjüngend ausgebildet und bilden Düsen, deren Injektionsrichtungen durch die Pfeile 27, 28 in Fig. 8 gekennzeichnet sind.

Fig. 10 veranschaulicht im Querschnitt eine weitere Möglichkeit der Ausgestaltung des distalen Katheterendes 3 mit einem Düsenkopf. In Abwandlung des Düsenrohrs 23 gemäß den Fig. 3 bis 6 ist das als Düsenrohr verwendete Metallrohr 36 an seinem Ende nicht verschlossen, sondern als Düse 33 mit der durch den Pfeil 27 veranschaulichten Injektionsrichtung ausgebildet. Die Düse mit der Injektionsrichtung 28 wird bei dem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch erzeugt, daß ein Metallstück 34 mit einem Bohrkanal 35 auf das Metallrohr 36 aufgelötet wird. Durch die Ausgestaltung der Düse 33 und des Bohrkanals 35 ergibt sich eine Konzentrierung der feinen Wasserstrahlen, wobei jedoch gegenüber dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel in das zweite Lumen, das heißt den Saugkanal 18 hineinspringende Teile vorhanden sind.

Fig. 11 zeigt eine weitere prinzipielle Möglichkeit für die Ausgestaltung eines Düsenkopfes am distalen Ende 3. Man erkennt in Fig. 11 das distale Ende eines Tubus für einen Hochdruck-Aspirationskatheter 2 sowie zwei diametral gegenüberliegend angeordnete Injektionskanülen 37, 38, die mit einem nicht gezeichneten Druckka-

nal des Hochdruck-Aspirationskatheters 2 verbunden sind. Die Injektionskanülen 37, 38 sind spitzwinklig und hakenförmig umgebogen. Die Nadelspitzen der dünnen Injektionskanülen 37, 38 sind nicht auf den Mittelpunkt des Saugkanals 18 gerichtet, sondern zielen jeweils etwas daneben, um in der bereits oben beschriebenen Weise beim Injizieren einer Spülflüssigkeit einen Wasserwirbel zu erzeugen, der einerseits thrombotisches Material aspiriert und andererseits zerkleinert, so daß weiteres thrombotisches Material nachgesaugt werden kann. Statt der Verwendung von zwei Injektionskanülen 37, 38 in der in Fig. 11 dargestellten Weise können auch lediglich eine oder mehr als zwei Injektionskanülen 37, 38 verwendet werden, die in Kunststoff so eingebettet sind, daß der Hochdruckkatheter 2 eine ausreichend glatte und Verletzungen vermeidende Außenseite aufweist.

#### Patentansprüche

1. Hochdruck-Aspirationskatheter zur Wiedereröffnung von krankhaft verschlossenen Gefäßen mit einem an einen Hochdruckinjektor anschließbaren ersten Lumen für die Zufuhr einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit, einem an eine Absaugvorrichtung anschließbaren zweiten Lumen und einem am distalen Ende des ersten Lumens angeordneten Düsenkopf, der wenigstens eine schräg zur Längsachse des Lumens ausgerichtete Düsenbohrung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkopf (23, 30, 36, 37, 38) am Mantel des zweiten Lumens (18) angeordnet ist und über wenigstens eine Düsenbohrung (25, 26, 31, 32, 33, 35, 37, 38) verfügt, deren Injektionsachse (27, 28) weg vom distalen Ende (3) hin zum proximalen Ende (4) des Katheters (2) in das Innere des zweiten Lumens (18) ausgerichtet ist.
2. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Düsen (25, 26, 31, 32, 33, 35, 37, 38) entlang der Stirnfläche (24) des distalen Endes (3) des Katheters (2) angeordnet sind.
3. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse oder Düsen (25, 26, 31, 32, 33, 35, 37, 38) entlang dem Umfang des zweiten Lumens (18) angeordnet sind.
4. Hochdruck-Aspirationskatheter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkopf als Rohrstück (23, 30, 36) ausgebildet ist, das sich entlang der Stirnfläche (24) des distalen Endes (3) des Katheters (2) erstreckt.
5. Hochdruck-Aspirationskatheter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkopf an der Stirnfläche (24) des distalen Endes (3) des Katheters (2) hakenförmig nach innen umgebogene Injektionskanülen (37, 38) aufweist.
6. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nadelspitzen der Injektionskanülen (37, 38) abgeschrägt sind.
7. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (19, 22, 23) sich ausgehend vom distalen Endbereich des ersten Lumens (17) bis zur Stirnfläche (24) des distalen Katheterendes parallel zur Katheterachse und von dort nach einer Abwinklung (22) kreisförmig (23) entlang der Stirnfläche (24) des distalen Katheterendes erstreckt.

8. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Lumen (17) in der das zweite Lumen (18) umgebenden Wandung vorgesehen ist.
9. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des zweiten Lumens (18) im Bereich des ersten Lumens (17) vergrößert ist.
10. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (19, 30) sich ausgehend vom distalen Endbereich (3) des ersten Lumens (17) bis zur Stirnfläche (24) des distalen Katheterendes parallel zur Katheterachse und von dort T-förmig nach beiden Seiten etwa halbkreisförmig entlang der Stirnfläche (24) des distalen Katheterendes (3) erstreckt.
11. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (30) an den beiden Enden des gekrümmten Abschnitts jeweils eine Düse (31, 32) aufweist, deren Injektionsachse (27, 28) gegenüber derjenigen der jeweils gegenüberliegenden Düse (31, 32) in radialer Draufsicht auf das zweite Lumen (18) zur Erzeugung einer Strudelströmung gegenüber der Mittelachse des Lumens (18) verdreht angeordnet ist.
12. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (23) an zwei etwa diametral einander gegenüberliegenden Stellen mit Düsenbohrungen (25, 26) versehen ist, deren Injektionsachsen (28, 27) in Draufsicht auf das zweite Lumen (18) seitlich gegeneinander zur Erzeugung einer Strudelströmung versetzt sind.
13. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (23) an seinem Ende (29) verschlossen ist.
14. Hochdruck-Aspirationskatheter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (30, 36) an einem Ende als Düse (31, 32, 33) ausgebildet ist.
15. Hochdruck-Aspirationskatheter nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (36) aus Metall besteht und eine Düse (35) als aufgelöteter Körper (34) ausgebildet ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

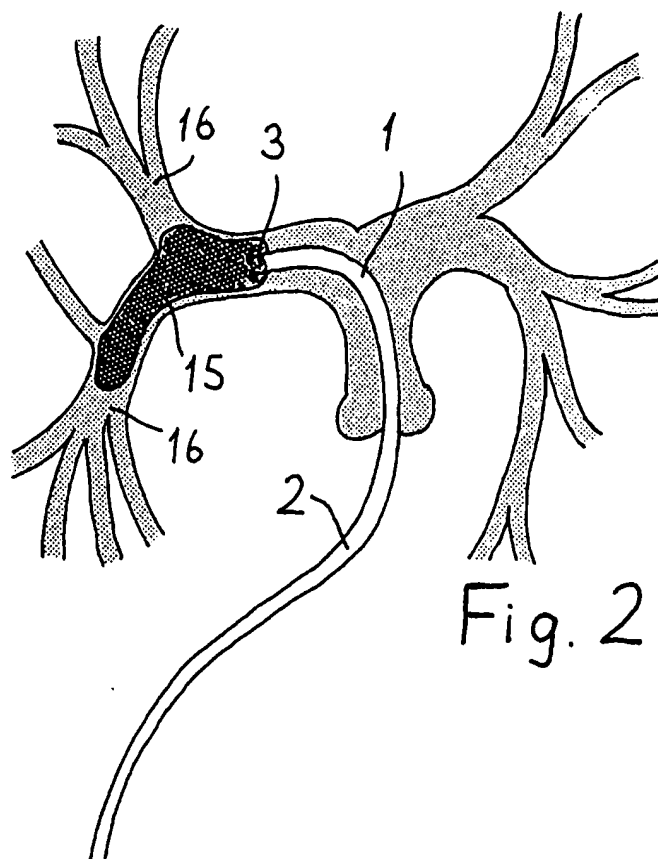
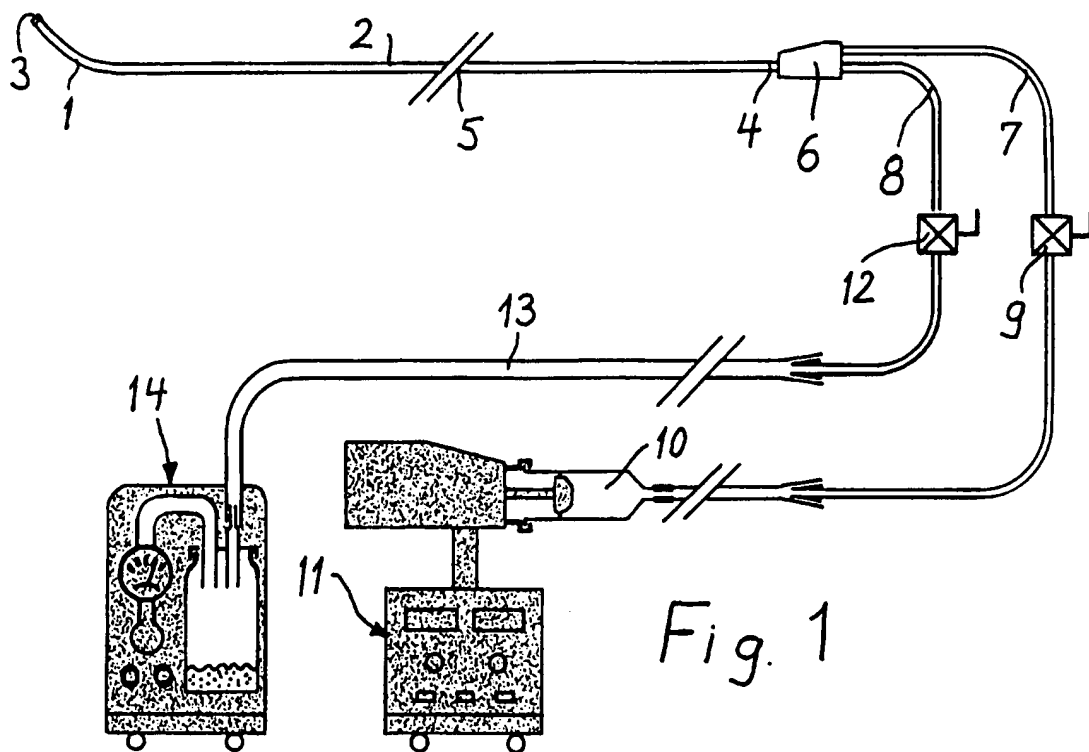
45

50

55

60

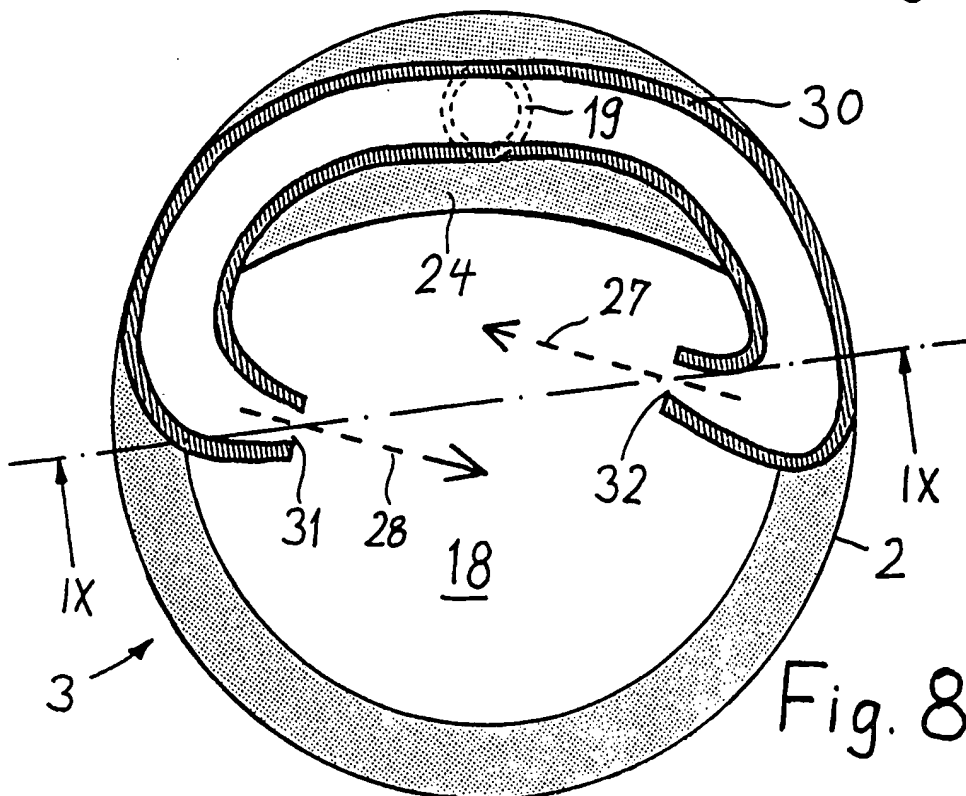
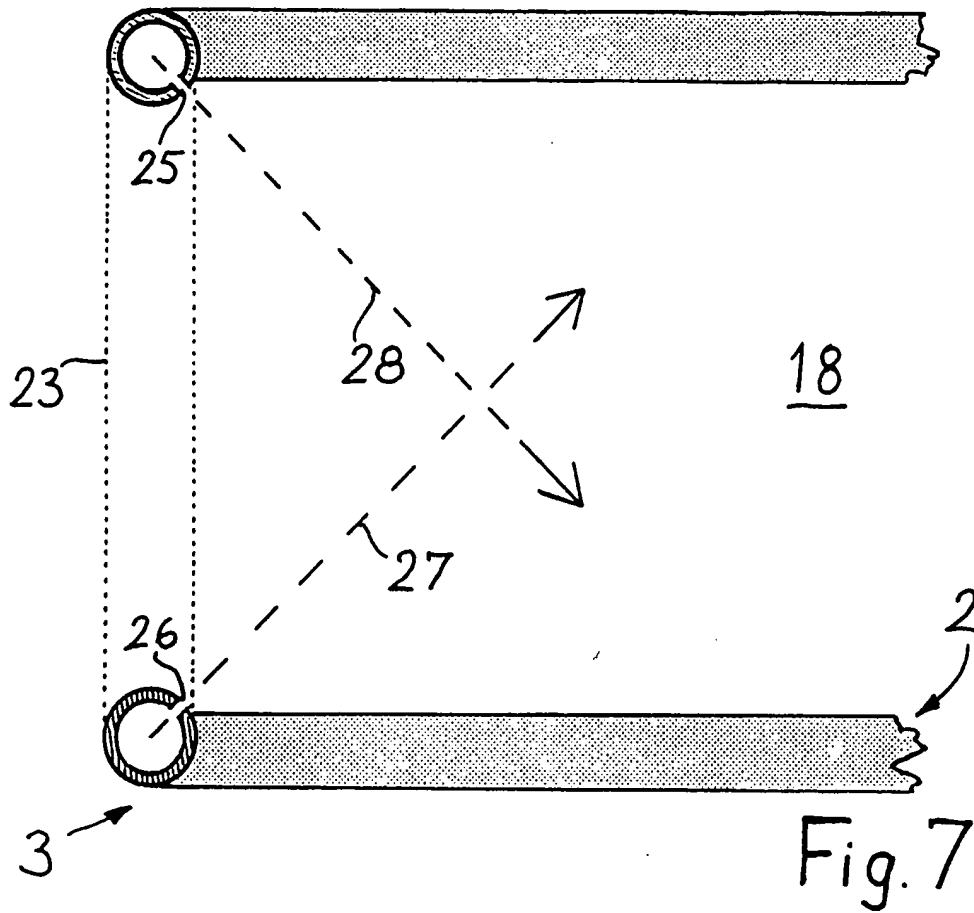
65

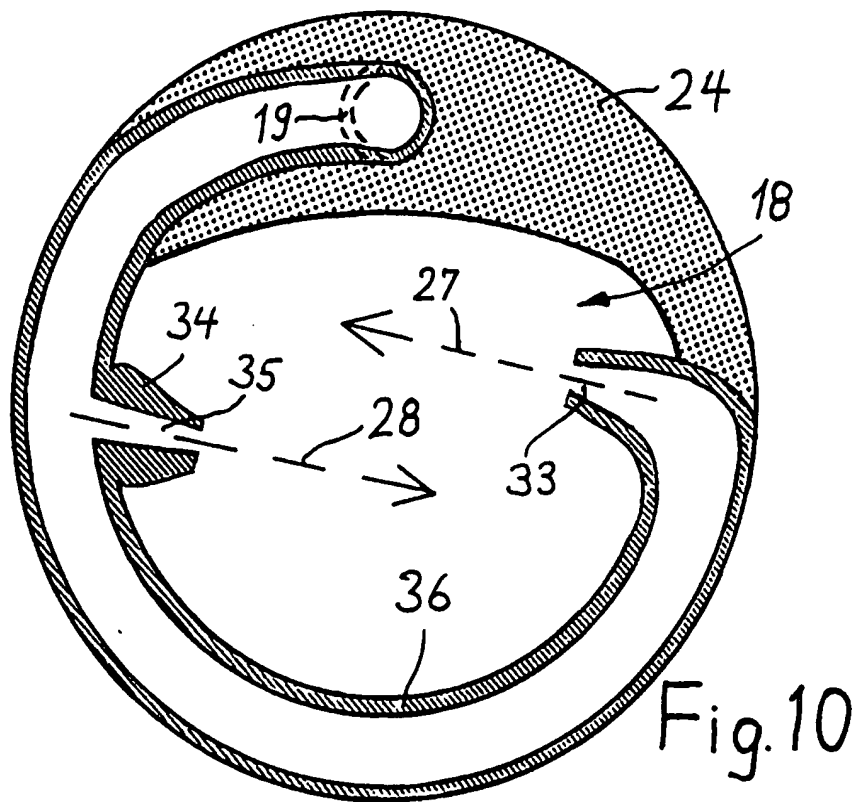
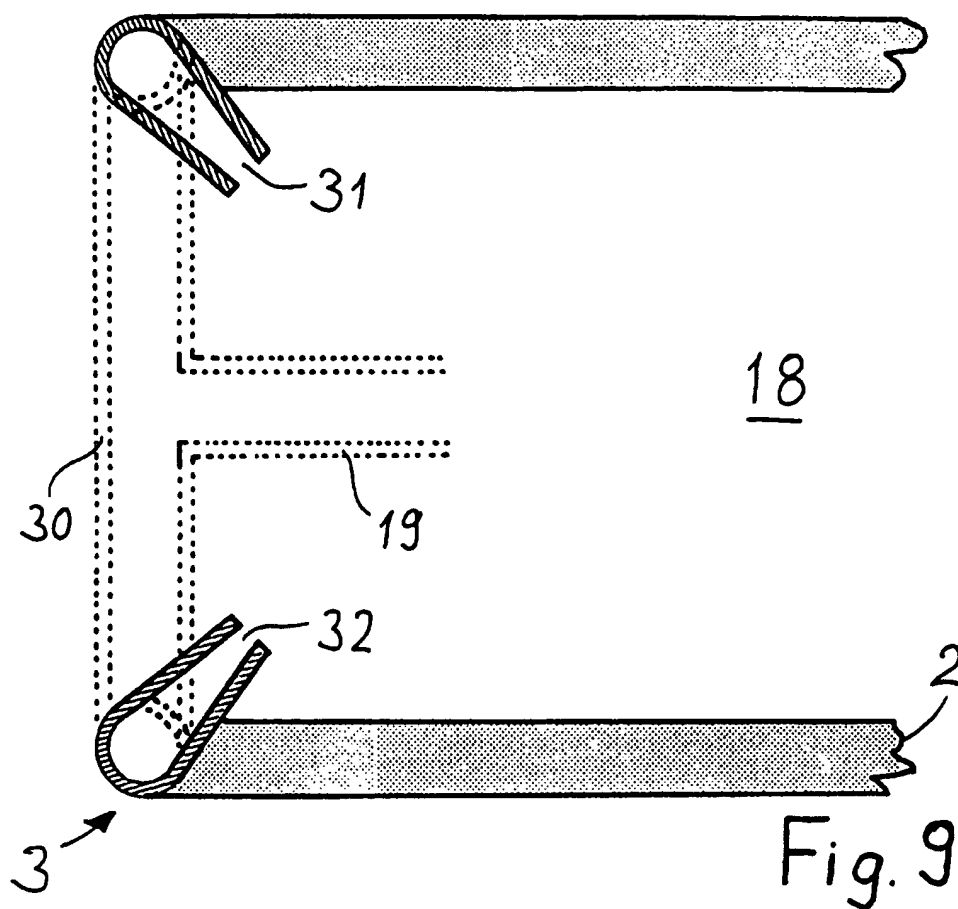












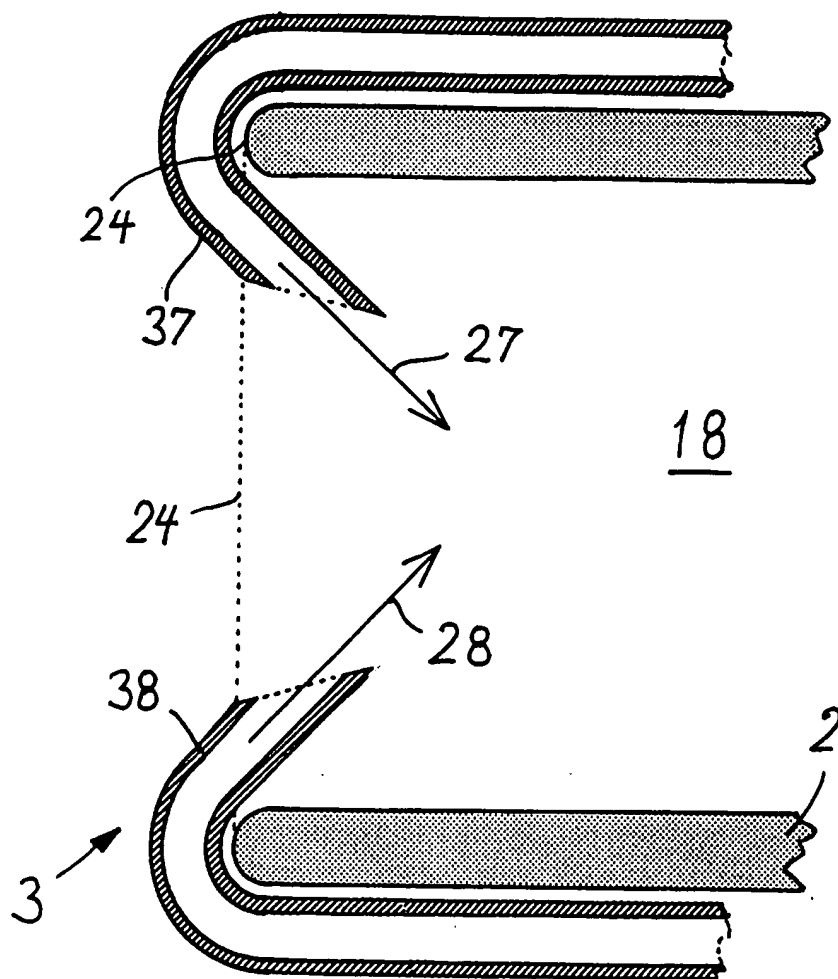


Fig. 11